

BEST AVAILABLE COPY

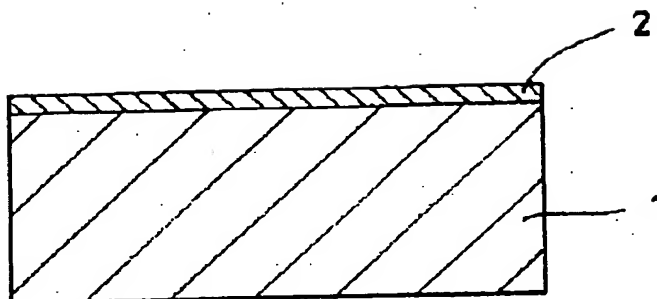
P03NM-04905
COATING MEMBER FOR METAL MOLDING MACHINE

Patent number: JP2003088939
Publication date: 2003-03-25
Inventor: ODA KAZUHIKO; OHARA HISANORI; OKUBO
SOICHIRO; UCHIUMI YOSHIHARU
Applicant: SUMITOMO ELECTRIC IND LTD
Classification:
- international: B22C9/06; B22C3/00; B22D17/00; B22D17/22;
C23C4/06; C23C4/10; C23C14/06
- european:
Application number: JP20010280304 20010914
Priority number(s):

Abstract of JP2003088939

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a coating member for metal molding machine, such as a metallic mold, in which molding of molten or semi-molten magnesium alloy or aluminum alloy is smoothly performed while preventing stickiness of this alloy and the service life is improved.

SOLUTION: A transparent carbon film 2 having ≥ 95 atomic % carbon content and 3000-7000 in the range of Knoop hardness is arranged on the surface of a base material 1 of the metallic mold, etc. This transparent carbon film 2 does not contain hydrogen and has little content of graphite component, and the long service life is exhibited.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2003-88939

(P2003-88939A)

(43) 公開日 平成15年3月25日 (2003.3.25)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F 1	キーワード (参考)
B 2 2 C	9:06 3:00	B 2 2 C	D 4E092 B 4E093 E 4K029 H 4K031
B 2 2 D	17:00	B 2 2 D	Z
審査請求	未請求	請求項の数 18	O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-280304 (P2001-280304)

(22) 出願日 平成13年9月14日 (2001.9.14)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 織田 彦

伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 大原 久典

伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

(74) 代理人 100074206

弁理士 鎌田 文二 (外2名)

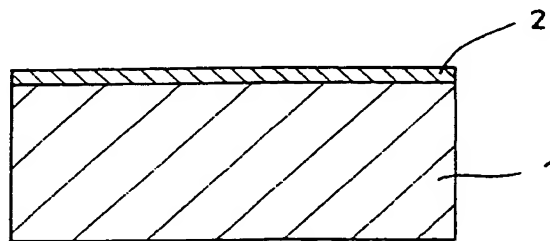
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属成形機用被覆部材

(57) 【要約】

【課題】 溶融又は半溶融のマグネシウム合金もしくはアルミニウム合金の成形を、その合金の固着を防止してスムーズに行え、寿命も向上した金型等の成形機用被覆部材を提供する。

【解決手段】 金型等の母材 1 の表面に、炭素含有量が 95 at % 以上で、ヌーブ硬さが 3000~7000 の範囲にある透明炭素膜 2 を設ける。その透明炭素膜 2 は水素を含まず、グラファイト成分の含有量も少なくして長寿命を発揮する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属成形機の構成要素のうち成形対象と直接接触する金型もしくはその他の部品であって、成形対象が溶融又は半溶融のマグネシウム合金又はアルミニウム合金であり、その成形対象が接触する面に透明炭素膜が被覆され、その透明炭素膜が炭素を95at%以上含み、ヌーブ硬さが3000以上、7000以下の膜であることを特徴とする金属成形機用被覆部材。

【請求項2】 母材が鋼、合金鋼、超硬合金、セラミックスのいずれかから成る請求項1記載の金属成形機用被覆部材。

【請求項3】 母材の表面に硬質のメッキ層又は溶射層が形成され、そのメッキ層又は溶射層上に前記透明炭素膜が被覆されている請求項1又は2記載の金属成形機用被覆部材。

【請求項4】 透明炭素膜に被覆される部材の表面がビッカース硬度200以上の硬さを有する請求項1、2又は3記載の金属成形機用被覆部材。

【請求項5】 下地面が平滑化処理され、処理後の下地面上に前記透明炭素膜を設けた請求項1～4のいずれかに記載の金属成形機用被覆部材。

【請求項6】 透明炭素膜の密度が2.8g/cm³以上、3.3g/cm³以下である請求項1～5のいずれかに記載の金属成形機用被覆部材。

【請求項7】 被覆された透明炭素膜が干渉色を呈している請求項1～6のいずれかに記載の金属成形機用被覆部材。

【請求項8】 透明炭素膜の膜厚を0.6μm以上、5μm以下にした請求項1～7のいずれかに記載の金属成形機用被覆部材。

【請求項9】 透明炭素膜の表面粗さをRa0.005μm以上、0.2μm以下にした請求項1～8のいずれかに記載の金属成形機用被覆部材。

【請求項10】 透明炭素膜被覆後の部材表面を、深さが5μm以上、100μm以下で幅が深さの10倍以下の凹部が無い面にした請求項1～9のいずれかに記載の金属成形機用被覆部材。

【請求項11】 透明炭素膜が、イオンプレーティング法、スパッタリング法又はレーザーアブレーション法のいずれかの手法で形成された膜である請求項1～10のいずれかに記載の金属成形機用被覆部材。

【請求項12】 母材と透明炭素膜との間に、B、Al、Si、Ge、Ti、V、Cr、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、W又はこれ等の炭化物、窒化物、炭窒化物の中から選ばれた1種以上の物質から成る中間層を有する請求項1～11のいずれかに記載の金属成形機用被覆部材。

【請求項13】 前記中間層の厚さを0.5nm以上、5nm以下にした請求項12記載の金属成形機用被覆部材。

【請求項14】 母材と透明炭素膜との間に中間層を有し、中間層の少なくとも母材側が、母材材料とB、Al、Si、Ge、Ti、V、Cr、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、Wの中から選ばれた1種以上の物質とからなる混合層である請求項1～11のいずれかに記載の金属成形機用被覆部材。

【請求項15】 前記混合層の厚さを0.5nm以上、5nm以下とする請求項1～12のいずれかに記載の金属成形機用被覆部材。

【請求項16】 前記中間層または混合層がマラズマCVD法、イオンプレーティング法、スパッタリング法もしくはレーザーアブレーション法のいずれかの手法で形成されたものである請求項12～15のいずれかに記載の金属成形機用被覆部材。

【請求項17】 透明炭素膜の表面に、機械加工による平滑化処理を施した請求項1～16のいずれかに記載の金属成形機用被覆部材。

【請求項18】 重力金型铸造、低圧金型铸造、ダイカスト铸造、溶湯鍛造、又はチクソモールド用成形機に採用する請求項1～17のいずれかに記載の金属成形機用被覆部材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、溶融又は半溶融のマグネシウム合金やアルミニウム合金を成形する金属成形機用の被覆部材に関する。

【0002】 なお、この発明の被覆部材とは、金型、射出成形機のシリンダ、スクリー、ノズル、鋳型に利用する鋳抜ピンなど、成形機の構成要素のうち、成形対象合金との直接の接触が起こるものを云う。その中でも代表的な金型を例に挙げて以下の説明を行う。

【0003】

【従来の技術】 マグネシウムは実用構造用金属材料中で最も軽い金属であり、資源も豊富で構造用金属としてはケイ素、マグネシウム、鉄に続いて4番目に多く存在している。近年、マグネシウム合金はその軽量性から、ノートパソコンや携帯機器などの筐体、自動車部品などを中心に応用が進められている。

【0004】 マグネシウムの加工には、圧延、押し出し、鍛造が冷間では困難なことから、ダイカスト法が広く採用されており、近年、新たに半溶融凝固の原理を用いたチクソモールド法なども開発、実用化されている。

【0005】 ダイカスト法やチクソモールド法では、成形時のマグネシウム合金原料の温度は一般に500～700℃以上まで加熱される。また、原料を射出する成形機のシリンダやスクリー、ノズル等の部品温度は最高で650℃程度、また、成形用金型の温度は150～300℃の範囲で使用されることが多い。高温の原料は、高圧、高速で射出され、金型内で短時間で固化し成形が完了する。

【0006】一方、溶融または半溶融アルミニウム合金の成形には、鋳造法、ダイカスト法、溶湯鍛造法などがある。成形時のアルミニウム合金の温度は合金組成にもよるが一般に500～700℃以上である。古くは砂型を使用する手法が適用されていたが、高い寸法精度や表面品質、ニアネットシェイプ、急冷効果を狙い金型鋳造による成形も多く使われている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】溶融または半溶融のマグネシウム合金やアルミニウム合金の成形時には、金型に成形対象合金が固着して成形不良が出たり、金型表面における合金の流れが悪く表面にしわが入る問題があった。また、硬質物質が合金成分の中に含まれている場合は、金型表面の摩耗や変形も問題となっていた。

【0008】こうした問題に対し、潤滑剤、離型剤を金型表面に塗布して離型性と流動性を高める方法がある。しかし、潤滑剤、離型剤を頻繁に塗布する手間や、塗布した潤滑剤、離型剤を定期的に清掃する手間が新たな問題となっていた。

【0009】金型材料をより硬質で耐酸化、耐蝕性の高い超硬合金やセラミックスにする方法があるが、離型性は大きな改善が見られず、一方でコストが大幅に上がるためあまり適用されていない。CrメッキやTiNコーティングなどの表面処理も同様にコストの割に効果が小さく使われていない。

【0010】最近になり、特開2000-26195、特開2000-246371、特開2000-271720などにあるように、ダイヤモンド状炭素、窒素含有硬質炭素などの炭素系の被膜を金型表面に被覆する方法が提案されている。これらの被膜は、マグネシウム合金やアルミニウム合金に対する離型性に優れる。しかし、一般にこれらの炭素系被膜はグラファイト成分を含むため、高温で使用すると既に存在するグラファイト構造部を起点としてグラファイト化が進行し、十分な金型寿命が得られない問題があった。

【0011】また、例えば、特開平4-52279号がアルミ鋳造用鋳抜ピンの表面に設けている硬質炭素膜のように、プラズマCVD法で成膜された炭素膜は製法上膜中に水素を含むため、350℃以上の温度では膜の分解が急速に進むと云う問題もあった。なお、水素含有量の少ない硬質炭素膜も、一般には膜中にグラファイト成分を含んでおり、高温で使用すると、上述したグラファイト化の進行による寿命低下が起こる。

【0012】この発明は、溶融又は半溶融のマグネシウム合金やアルミニウム合金が接触する部材の表面、例えば金型の成形面を、従来の炭素膜よりも安定性、耐久性に優れた膜で被覆して部材表面に対する合金の固着、部材表面の損傷を長期にわたって減少させ、合金のスムーズな流動による安定した成形、成形の歩留まり向上を可能ならしめることを目的としている。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、この発明においては、板成形物、即ち、溶融又は半溶融のマグネシウム合金やアルミニウム合金が接触する部材の表面、例えば金型の成形面を、炭素含有率が95at%以上でヌーブ硬さが3000以上、7000以下の透明炭素膜で被覆する。なお、被覆は、合金の固着が起こり易い部位（表面の一部）のみを対象に行ってもよい。

【0014】透明炭素膜は、高硬度のアモルファス状の炭素膜であり、部材の母材金属上に被覆すると、膜厚が1μmを超えていてもその透明度ゆえ干渉色を呈する。以下に本透明炭素膜について詳細に定義する。

【0015】炭素からなる膜には、ダイヤモンド膜、グラファイト膜、ダイヤモンド状炭素膜などがある。透明炭素膜は、一般にダイヤモンド状炭素といわれる材料系の中に含まれる特殊な膜である。

【0016】ダイヤモンド状炭素は極めて広い概念の材料である。ダイヤモンド状炭素 (Diamond like carbon: DLC)、のほか、アモルファスカarbon (a-C、a-C:H)、i-C (アイ・カーボン)、硬質炭素 (hard carbon) などとも呼ばれる。構造はsp³構造を一部に有する非晶質構造で、構成元素は炭素のみ、あるいは水素を含有する水素化炭素膜であり、水素含有量は最大では50at%を超えるものも含まれる。ヌーブ硬度は、800～8000と広い範囲で定義されることが多い。一般には膜中にグラファイト成分が含まれ、膜厚0.5μmを超えると、褐色から黒色、あるいは灰色となる。

【0017】この発明における透明炭素膜は、このように広く定義されるダイヤモンド状炭素の中でも、特に水素を含まず、グラファイト成分が少なく透明度が高い非晶質炭素膜をさす。

【0018】具体的には、構成元素は、合成法上混入不可避の不純物を除くと炭素のみである。不純物の存在を考慮すると95at%以上が炭素である。不純物は、水に起因する水素、酸素が最も多く、残留ガスに起因する窒素が混入することもある。また、成膜装置内部の鉄などの金属成分が微量に入ることもある。主に固体炭素を原料として合成されるため、固体炭素原料中の不純物も微量に含まれる。水や大気に起因する酸素、水素、窒素を除いて分析すれば99.5at%以上が炭素である。

【0019】グラファイト成分が少ないこと、具体的には透明であることと、ヌーブ硬さが3000以上7000以下であることで定義する。その透明性は0.6μm以上の膜厚でも干渉色を呈する。ヌーブ硬さ3000以上、7000以下は、ダイヤモンド状炭素膜の中でも高硬度の材料である。ダイナミック硬度では、約3000kgf/(29419.95N)/mm²以上、7000kgf/(68646.55N)/mm²以下とする。

5
【0020】こうした透明炭素膜は、マグネシウム合金やアルミニウム合金に対しても反応しにくく潤滑性にも優れるため、これを例えば金型に適用すると、成形された合金は型離れが良くなり歩留まりが向上する。また金型の損傷も少なくなる。膜中に含まれるグラファイト成分が少ないため、既に存在するグラファイト相を起点としたグラファイト化も進み難く、膜の寿命が延びて固有の特性が極めて長く持続する。

【0021】この透明炭素膜の炭素含有量について、95at%以上と規定したのは、これ以下では炭素以外の元素を起点としたグラファイト化が進行しやすいためである。望ましくは炭素のみから構成されることがよい。スラップ硬度に関しては、硬度3000以下では、グラファイト成分が多い膜となるためこれ以上とし、7000以上では表面粗度が大きくなるのでこれ以下とした。望ましくはスラップ硬度4000以上がよい。

【0022】なお、透明炭素膜は、ダイヤモンドとは異なる材料である。ダイヤモンドは結晶質であり、硬さはビッカース硬度で約9000以上である。電子線回折やX線回折では、ダイヤモンドからはダイヤモンド構造を反映した回折像が得られるが、透明炭素膜からは非晶質を反映したハローパターンとなる。ラマン分光分析では、ダイヤモンドでは 1333 cm^{-1} 付近にダイヤモンド構造に対応する狭いピークが見られるが、透明炭素膜では、 1350 cm^{-1} 付近と 1550 cm^{-1} 付近に数十~2百 cm^{-1} の広いピーク構造を示す。屈折率は、ダイヤモンドは2.4程度であるが、透明炭素膜は2.0~2.3の間の値をとる。薄膜の合成温度も、ダイヤモンドは700℃以上、一般には800℃から1000℃以上であるが、透明炭素膜は350℃以下である。ダイヤモンドの合成には1%前後のメタンなどの炭化水素ガスに、99%程度の多量の水素ガスを導入して合成を行う。多量の原子状水素を発生させ、合成される膜中の非晶質成分をこの原子状水素と反応させて除去するためである。透明炭素膜の合成には固体炭素を原料として用いる。

【0023】金型を始めとするこの発明の被覆部材の母材は、機械構造用炭素鋼、合金鋼、工具鋼、ステンレス鋼、鋳鋼などの鋼材、超硬合金などが適用できる。窒化ケイ素、炭化ケイ素、ジルコニアなどのセラミックスを被覆部材の一部に使用することもある。

【0024】それらの母材表面には、メッキ層、または、溶射層が形成されていてもよい。メッキ層には、NiやCrを主成分としたものなどがある。また、溶射層には、超硬合金やステライト、ジルコニアなどの酸化物セラミックスなどが適用できる。これらのメッキや溶射層は、硬質で化学的にも安定しているため、その上に被覆された透明炭素膜の寿命をさらに長くする効果がある。

【0025】透明炭素膜で被覆する前の部材の表面硬さ

は、使用目的・環境により種々選択され、可能な範囲で高い硬度が得られる材料を選択することが好ましい。傷などの損傷を防ぐためである。金型等の傷は、固化した状態のマグネシウム合金結晶やアルミニウム合金結晶が表面に接して流れるときに発生し易い。また、金型等の補修時にも傷を付けやすい。

【0026】具体的な硬さは、完全溶融のマグネシウム合金、アルミニウム合金を成形するダイカスト铸造用の金型などではHv200以上（HRCでは約11以上）、半溶融状態のマグネシウム合金やアルミニウム合金を圧力を加えて成形するチクソモールド用の金型やアルミニウム合金の溶湯鍛造用金型などではHv450以上（HRCでは約45以上）、望ましくはHv600以上（HRCでは約55以上）がよい。

【0027】被覆が施される下地面は、粗さ加工処理（平滑化処理）を施されていることが好ましい。その下地面が粗さ処理の後に透明炭素膜で被覆される。

【0028】粗さ加工方法には、バフ仕上、ブラシ研磨、バレル研磨などがある。単純に粗さを小さくするというより、微小な鋭角を鈍角にすることが主目的である。これにより、応力が高い透明炭素膜の微小領域への応力集中が緩和される。また、より平滑な表面を得ることができ、成形時の合金の流動性向上に効果がある。

【0029】この発明で設ける透明炭素膜は、密度が 2.8 g/cm^3 以上、 3.3 g/cm^3 以下であることが望ましい。

【0030】ダイヤモンドの密度は 3.52 g/cm^3 、グラファイトの密度は 2.25 g/cm^3 である。ダイヤモンド状炭素膜はこの間の値を広くとる。この発明の透明炭素膜は、その中でもダイヤモンドよりの値であることが望ましい。密度が 2.8 g/cm^3 以下の炭素膜は、水素などの炭素以外の成分が含まれていたり、グラファイト成分が多いことを示し、硬度が低く、耐熱性も小さい。また、密度が 3.3 g/cm^3 以上の炭素膜は、ダイヤモンド結晶を含む膜になり、表面粗度も大きくなる。なお、より望ましい密度は 3.0 g/cm^3 以上である。

【0031】また、その透明炭素膜は干渉色を呈することが望ましい。

【0032】透明炭素膜は、前述のようにグラファイト成分が少ないため透明であり、母材に被覆された状態では干渉色を呈する。一般的なダイヤモンド状炭素は膜中にグラファイト成分が多く褐色から黒色となる。

【0033】グラファイト成分が多いと、グラファイトの結晶を起点としてグラファイト化が進行しやすい。逆に、グラファイト成分が少なく干渉色を呈する透明炭素膜は、グラファイト化がなかなか進行せず、寿命が長くなる。

【0034】また、干渉色を呈する透明炭素膜をあらかじめ被覆しておけば、透明炭素膜が温度などの影響でグ

ラフアイト化した場合、色合が変わるため目視で被膜の状況が把握できるメリットがある。

【0035】干渉色の色調は、赤、橙、黄、緑、青、紫などや、これらの中間色、これらが混ざった状態などさまざまな色をとりうる。色調は膜厚と屈折率および見る角度で変わるため本質的ではなく、どの色をとっても良い。また、透明色でもよいし、黒色や褐色、灰色がかった干渉色でも良い。

【0036】なお、透明炭素膜の透明度を透過率に換算する場合、 $1\mu\text{m}$ の膜厚での可視光の平均透過率が30%以上であることを目安とするとよい。

【0037】透明炭素膜の膜厚は、 $0.6\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 以下が好ましい。 $0.6\mu\text{m}$ 以下では固化しかけた高圧のマグネシウム合金、アルミニウム合金から受ける外力に対して弱く、被覆が損傷し易くなる。好ましくは $1.0\mu\text{m}$ 以上が良い。また、 $5.0\mu\text{m}$ 以上では膜そのものが有する内部応力が高く、剥離しやすくなる。一般的に使用する範囲では $2.0\mu\text{m}$ 以下でよい。

【0038】透明炭素膜の表面粗さは、 $Ra0.005\mu\text{m}$ 以上 $0.2\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

【0039】透明炭素膜の表面粗さを $Ra0.005\mu\text{m}$ 以下とするのは加工上困難である。また、 $Ra0.2\mu\text{m}$ 以上では、面粗度が大きすぎ、マグネシウム合金やアルミニウム合金の固着が発生し易くなる。さらに好ましい面粗度は $Ra0.1\mu\text{m}$ 以下である。

【0040】参考として、 Rz では $0.05\mu\text{m}$ 以上 $1\mu\text{m}$ 以下（好ましくは $0.5\mu\text{m}$ 以下）、 $Rmax$ では $0.1\mu\text{m}$ 以上 $2\mu\text{m}$ 以下（好ましくは $1\mu\text{m}$ 以下）を目安とするとよい。

【0041】透明炭素膜で被覆される母材の表面はできる限り平滑であることが望ましい。金型の成形面の場合には、特に、母材表面に深さ $5\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下で幅が深さの10倍以下の凹部が無いことが望ましい。

【0042】こうした凹部があると、その部分に成形対象のマグネシウム合金やアルミニウム合金が固着しやすくなる。深さが $5\mu\text{m}$ 以下又は $100\mu\text{m}$ 以上、或いは幅が深さの10倍以上であれば、成形対象合金が固着することはほとんど無い。なお、深さが $2\sim100\mu\text{m}$ 、幅は深さの20倍以内の凹部が存在しない面にとるとより好ましい。

【0043】透明炭素膜の製法は、イオンプレーティング法、スパッタリング法、レーザーアブレーション法等が適用できる。

【0044】これらの方法は、グラフアイトなど100%炭素成分からなる材料を原料とすることが出来るため、合成される透明炭素膜の炭素濃度は原理的には100at%となりうる。

【0045】イオンプレーティング法は、固体炭素源を原料とし、電子ビーム蒸発と各種励起源を組み合わせたものや、HCD（ホロカソード）イオンプレーティング

法、カソードアークイオンプレーティング法などがある。スパッタリング法も、固体炭素源を原料とし、マグネトロンスパッタ、DCスパッタ、パルスDCスパッタ、非平衡マグネトロンスパッタなどがある。レーザーアブレーション法は、レーザー照射にて固体炭素を気化して基材上（母材金属）に成膜する手法である。必要に応じて、これらの方法を複数組み合わせる用いてもよい。表面の平滑性を重視する場合、偏向磁場を利用して粗大粒子が膜中に取り込まれないようにするとよい。

【0046】いずれの手法も、基板温度は 450°C 以下で成膜される。 700°C 以上の高温で合成される結晶質ダイヤモンドとは異なる。基材の変形、硬度低下などを避けるため低温で処理することが望ましく、 250°C 以下、できれば基材の焼き戻し温度以下が望ましい。

【0047】透明炭素膜は、母材との間にB、Al、Si、Ge、Ti、V、Cr、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、W、またはこれらの炭化物、窒化物、炭窒化物のうち、少なくとも1種以上の物質からなる中間層を設けることで、密着性を向上させることが出来る。

【0048】これ等の金属または金属化合物は、母材と透明炭素膜との両方に対する親和性が高いため付着強度を向上させるのに効果があると考えられる。

【0049】また、母材と透明炭素膜との間に形成される上記中間層の厚さは、 0.5nm 以上、 5nm 以下が望ましい。

【0050】 0.5nm 以下では母材表面を1原子層以上覆うことが出来ない。上限に関しては 5nm 以上でも密着性の向上は見られるが、厚い層にすると金型等の部材の使用回数が増えるにつれて中間層部分に疲労による剥離が起こるため、 5nm 以下の薄い層がよく、さらに好ましくは 1nm 未満がよい。

【0051】また、母材と透明炭素膜との間の中間層は、その少なくとも母材側が、（1）母材材料と（2）B、Al、Si、Ge、Ti、V、Cr、Zr、Nb、Mo、Hf、Ta、Wの中から選ばれた1種以上の物質とからなる、（1）と（2）の混合層を形成することで密着性が格段に向上する。

【0052】厚さを持った混合層とすることで、母材と中間層、母材と透明炭素膜との密着性がより強固になると考えられる。

【0053】上記混合層の厚さは、 0.5nm 以上、 5nm 以下が好ましい。

【0054】 0.5nm 以下では厚さ方向に1原子層以上の混合層を形成することが出来ない。上限に関しては、 5nm 以上の混合層を形成しても効果は得られるが、その手法が複雑になったり高価な設備を要するようになる。よって 5nm 以下が好ましい。

【0055】以上、本発明では母材と透明炭素膜との間の構造は、下記の様なものを取りうる。即ち、母材側から、

- ・母材—中間層—透明炭素膜
 - ・母材—母材材料と中間層材料との混合層—中間層材料—透明炭素膜
 - ・母材—母材材料と中間層材料との混合層—透明炭素膜
- などである。

【0056】この中間層または混合層は、プラズマCVD法、イオンブレーティング法、スパッタリング法、レーザーアブレーション法のいずれかで形成出来る。これ等は透明炭素膜の合成法と組み合わせやすい手法で合成するのが好ましい。また、複数の手法を組み合わせてもよい。特に好ましいのはカソードアークイオンブレーティング法である。混合層を形成する場合は、基板に印加するバイアス電圧を高め設定する等の方法が適用できる。例えば—400V以上—30kV以下の範囲の電圧が適用できる。

【0057】さらに高い性能を要求する場合、離型性に優れた透明炭素膜でも、表面のごく微小な凹凸がマグネシウム合金やアルミニウム合金の固着の原因となることがあるのでこれをなくすることが重要である。そこで、透明炭素膜を被覆した後に、被膜の表面を平滑化仕上げ加工するとより効果的である。

【0058】特に寿命を考慮して比較的膜厚を厚くする場合や、透明炭素膜を粗大粒子を取り込みやすいカソードアークイオンブレーティング法、レーザーアブレーション法などで成膜する場合にその効果は顕著である。

【0059】面粗さの加工方法には、バフ仕上、ブラシ研磨、バレル研磨などがある。単純に粗さを小さくするというより、微小な鋭角を鈍角にすることが主目的である。

【0060】研磨後の面粗さは、目安としてRa0.005 μ m以上、0.1 μ m以下、より好ましくはRa0.005 μ m以下がよい。0.005 μ m以下は加工が困難である。0.1 μ mより粗くても構わないがより固着を小さくするには0.1 μ m以下がよい。

【0061】この発明は、マグネシウム合金、アルミニウム合金の重力金型鋳造、低圧金型鋳造、ダイカスト鋳造、溶湯鍛造、チクソモールド法のいずれかを行う成形機の特に金型等に使用すると効果的である。

【0062】

【発明の実施の形態】図1～図3に、この発明の部材の要部の断面を示す。図の1は金型等の母材であり、この母材の成形対象合金との接触が起こる表面、例えば金型の成形面にこの発明を特徴づける透明炭素膜2が被覆される。母材1と透明炭素膜2の間には、既述のメッキ層又は溶射層3(図2)を設けてもよい。また、透明炭素膜2の付着性を高める中間層4を設けることもある。さらに、必要に応じて、膜2を付着させる下地や膜2の表面の平滑化処理を行うこともある。なお、透明炭素膜2は、成形対象合金の固着が起こり易い部位のみに特定して(成形面等の一部にのみ)設けても効果がある。

【0063】

【実施例1】各種手法で超硬合金基板上に合成した炭素膜を熱処理して膜の変化を比較した。

【0064】成膜には、RFプラズマCVD法、イオン化蒸着法、ホロカソード(HCD)プラズマCVD法、非平衡型マグネトロンスパッタリング法、カソードアークイオンブレーティング法、レーザーアブレーション法を適用した。

【0065】RFプラズマCVD法では、原料にメタンガスを適用した。基板に13.56MHzの高周波を印加してRFプラズマを発生させ、原料ガスを分解して基板上に成膜した。

【0066】イオン化蒸着法では、メタンを原料とした。イオン化源でメタンプラズマを発生させ、それを基板上に照射して成膜した。

【0067】非平衡型マグネトロンスパッタリング法(IBM法)では、原料に固体カーボンターゲット、または固体カーボンとシリコンターゲットを適用した。雰囲気中にはアルゴンガス、またはアルゴンとメタンの混合ガスを導入し、ターゲットに負の直流電圧を印加して放電を起こさせた。ターゲット表面よりスパッタされ、プラズマ中で活性化した炭素イオンが、プラズマ雰囲気中の炭素イオン、炭化水素イオンとともに基板上で反応して成膜した。

【0068】カソードアークイオンブレーティング法では、原料に固体カーボンターゲットを適用した。ターゲットに負の電位を印加してアーク放電を発生させ、そのエネルギーで表面の炭素を蒸発、プラズマ化し基板上に成膜した。

【0069】レーザーアブレーション法では、原料に固体カーボンターゲットを適用した。ターゲットにレーザーを照射してそのエネルギーで表面の炭素を蒸発、プラズマ化し基板上に成膜した。

【0070】試験後は、600℃の窒素ガス雰囲気中で2時間保持し、試験前後の硬度、外観の比較を行った。

【0071】結果を表1に示す。干渉色を呈する透明炭素膜は試験前後で硬度の変化が見られなかった。一方、褐色または黒色のグラファイト成分を含むダイヤモンド状炭素膜は試験後に硬度が低下するか、または膜が完全に無くなったり粉状になっていた。グラファイト成分の有無が耐熱性に大きく影響したものと考えられる。

【0072】

【実施例2】各種金型の成形面に透明炭素膜の被覆処理を施し、マグネシウム合金AZ91Dとアルミニウム合金ADC12の成形を行なった。金型の母材、被覆処理した透明炭素膜、中間層、混合層の詳細を表2(a)～表2(d)にまとめた。

【0073】金型は、SKD61、超硬合金、ステンレス鋼SUS304、NiまたはCrメッキを施したSUS304の各種材料を母材とした。それぞれの母材の硬

さは、ビッカース硬度で示し、必要に応じてロックウェル硬度Cスケールまたはブリネル硬度を併記した。

【0074】透明炭素膜は、カソードアークイオンプレーティング法、非平衡型マグネトロンスパッタリング(UBM)法、及びレーザーアブレーション法で合成した。製法は、実施例1に準ずる。

【0075】また、比較例として、TiN、透明でない(干渉色を呈しない)ダイヤモンド状炭素膜、結晶質ダイヤモンドを合成した。TiNはカソードアークイオンプレーティング法で合成した。透明でないダイヤモンド状炭素膜は、RFプラズマCVD法とカソードアークイオンプレーティング法で合成した。結晶質ダイヤモンドはマイクロ波プラズマCVD法で合成した。

【0076】中間層または混合層は、あるものと無いものを作製した。本実施例で適用した材料は、シリコン、モリブデン、クロム、窒化チタン、炭化クロム、炭化タングステンである。これらは、カソードアークイオンプレーティング法、非平衡型マグネトロンスパッタリング法、レーザーアブレーション法、マグネトロンスパッタリング法を適用し、膜厚は、0.3から20nmの範囲とした。

【0077】いずれの手法でも、結晶質ダイヤモンドの場合を除き、成膜時の基材温度は150~250℃の範囲とした。膜厚は、0.1μmから5.5μmまでの範囲とした。表面粗さは、成膜後に得られたままの粗さのほか、成膜後に研磨加工を加えたものも作製した。

【0078】性能は、実際にマグネシウム合金とアルミニウム合金を成形して評価した。評価結果を表3

(a)、表3(b)に示す。適用した成形方法は、マグネシウム合金についてはチクソモールド法、アルミニウム合金についてはダイカスト鋳造法である。

【0079】評価項目は寿命と良品率とした。寿命は、未コートの金型が使用できなくなるショット数を1としたときの相対値で示し、良品率は、それぞれの金型の寿

命までの平均値で示している

【0080】結果は、表3(a)、(b)に示す様に、透明炭素膜を被覆することで性能が大幅に向上することがわかる。本実施例の中では、最低でも10倍、最大では20倍以上の寿命が得られている。金型表面におけるマグネシウム合金やアルミニウム合金の固着が大きく減少したこと、透明炭素層が硬質の保護層として機能したため、金型の損傷が大きく減少したと考えられる

【0081】良品率も、未コートで80%以下であったものが、ほとんどは95%以上まで向上した。従来見られた金型表面への固着に起因する不良や、金型表面の流動性不良によるしわなどが大幅に減少したことが確認された。

【0082】

【実施例3】金型の成形面に透明炭素膜の被覆処理を施し、マグネシウム合金AZ91Dのダイカスト鋳造、および溶湯鍛造成形を行った。また、同一材質の金型に同一透明炭素膜の被覆処理を施し、アルミニウム合金ADC12の溶湯鍛造成形及び低圧金型鋳造成形を行った。金型の母材、被覆処理した透明炭素膜、中間層、混合層、および成形時の性能を表4、表5にまとめた。いずれの成形加工においても、寿命、歩留まりとも透明炭素膜の被覆効果が見られる。

【0083】

【実施例4】自動車のハンドルを成形するSKD11からなるダイカスト鋳造用金型に、カソードアークイオンプレーティング法による透明炭素膜を被覆した。硬度はHk4300、膜厚は1.5μm、炭素が100at%の透明炭素膜を適用した。これを用いてマグネシウム合金AZ91Dの成形を行ったところ未コートの金型と比較して、寿命は8倍となり、歩留まりは87%から99%に向上した。

【0084】

【表1】

	手 法	膜	試 験 前			試 験 後	
			色 調	組 成	硬 度	状態、色調	硬 度
比較例 1-1	RFプラズマCVD法	ダイヤモンド炭素膜	褐色	C80, H40	1000	膜無し	測定不可
比較例 1-2	RFプラズマCVD法	ダイヤモンド炭素膜	黒色	C75, H25	1800	膜無し	測定不可
比較例 1-3	イオン化蒸着法	ダイヤモンド炭素膜	黒色	C82, H18	2500	粉状	測定不可
比較例 1-4	HCD法	ダイヤモンド炭素膜	黒色	C80, H20	2200	粉状	測定不可
比較例 1-5	UBMスパッタ法	ダイヤモンド炭素膜	黒色	C70, H20, Si10	2000	粉状	測定不可
比較例 1-6	UBMスパッタ法	ダイヤモンド炭素膜	褐色	C91, H9	2600	粉状	測定不可
実施例 1-1	UBMスパッタ法	透明炭素膜	透明干渉色	C99.5以上	3400	透明干渉色	3400
比較例 1-7	スパッタ-クイアブレーション法	ダイヤモンド炭素膜	黒色	C99.5以上	1800	黒色	1200
比較例 1-8	スパッタ-クイアブレーション法	ダイヤモンド炭素膜	褐色	C99.5以上	2800	黒色	2600
実施例 1-2	スパッタ-クイアブレーション法	透明炭素膜	透明干渉色	C99.5以上	3500	透明干渉色	3500
実施例 1-3	スパッタ-クイアブレーション法	透明炭素膜	透明干渉色	C99.5以上	5800	透明干渉色	5800
比較例 1-9	レーザアブレーション法	ダイヤモンド炭素膜	褐色	C99.5以上	2200	黒色	1800
実施例 1-4	レーザアブレーション法	透明炭素膜	透明干渉色	C:97, H:2, O:1at%	3800	透明干渉色	3800
実施例 1-5	レーザアブレーション法	透明炭素膜	透明干渉色	C99.5以上	4500	透明干渉色	4500

基 材	コーティング	中間層 (混合層)						備考
		材 質	膜 厚 (nm)	製 法	色 調	表面粗さ Ra (μm)	膜 厚 (μm)	
材 質	硬 さ	種類	組成 (at%)	硬度 Hk	密度 (g/cm ³)	膜 厚 (μm)	表面粗さ Ra (μm)	色 調
比較例 2-1	SKD81 (HRC約58)		-	-	-	-	0.10	-
比較例 2-2	SKD81 (HRC約55)	TiN	Ti50, C50	2100	-	1.0	0.10	金色
比較例 2-3	SKD81 (HRC約55)	ダイヤモンド炭素膜	C65, H35	1500	2.1	1.0	0.10	黒色
比較例 2-4	SKD81 (HRC約55)	ダイヤモンド炭素膜	C60, H25, N15	1800	2.4	1.0	0.80	黒色
比較例 2-5	SKD81 (HRC約55)	ダイヤモンド炭素膜	C39.5	2400	2.6	1.0	0.11	褐色
実施例 2-1	SKD81 (HRC約55)	透明炭素膜	C39.5 以上	3800	3.0	1.0	0.11	干渉色
実施例 2-2	SKD81 (HRC約55)	透明炭素膜	C:97, H:2.0:1	4200	3.1	1.0	0.15	干渉色
実施例 2-3	SKD81 (HRC約55)	透明炭素膜	C39.5 以上	5200	3.2	1.0	0.15	干渉色
比較例 2-6	超硬合金	ダイヤモンド炭素膜	C39.5 以上	9000 以上	3.5	4.0	0.80	干渉色
実施例 2-4	SKD81 (HRC約55)	透明炭素膜	C39.5 以上	3500	-	0.2	0.08	干渉色
実施例 2-5	SKD81 (HRC約55)	透明炭素膜	C39.5 以上	3500	-	1.0	0.11	干渉色
実施例 2-6	SKD81 (HRC約55)	透明炭素膜	C39.5 以上	3500	-	2.5	0.13	干渉色
実施例 2-7	SKD81 (HRC約55)	透明炭素膜	C39.5 以上	3500	-	4.0	0.17	干渉色

表2 (b) に続く

実施例2-8	SKD61	Hv800 (HRC約55)	透明 炭素膜	C99.5 以上	3500	-	5.5	0.19	干渉色	グレー-ブルー カラーリング	クロム (加メ) SKD61	2.0 (2.0)	-	-
比較例2-7	SUS304	Hv190 (HB 約180)		-	-	-	-	0.10	-	-	-	-	-	-
実施例2-9	SUS304	Hv190 (HB 約180)	透明 炭素膜	C99.5 以上	3200	-	1.0	0.11	干渉色	グレー-ブルー	-	-	-	-
比較例2-8	超硬 合金	Hv1400		-	-	-	-	0.10	-	-	-	-	-	-
実施例2-10	超硬 合金	Hv1400	透明 炭素膜	C99.5 以上	3200	-	1.0	0.10	干渉色	グレー-ブルー	炭化 チタン	3.0	グレー-ブルー カラー	-
比較例2-9	Ni+Ti/ SUS304	Hv320 (HB 約180)		-	-	-	-	0.10	-	-	-	-	-	-
実施例2-11	Ni+Ti/ SUS304	Hv320 (HB 約180)	透明 炭素膜	C:97.H 2:0:1	3200	-	1.0	0.12	干渉色	グレー-ブルー	-	-	-	-
比較例2-10	Cr+Ti/ SUS304	Hv850 (HB約180)		-	-	-	-	0.10	-	-	-	-	-	-
実施例2-12	Cr+Ti/ SUS304	Hv850 (HB約180)	透明 炭素膜	C99.5 以上	3200	-	1.0	0.12	干渉色	グレー-ブルー	炭化 チタン	3.0	グレー-ブルー カラー	-
実施例2-13	SKD61	Hv800 (HRC約55)	透明 炭素膜	C99.5 以上	3800	-	1.0	0.10	干渉色	グレー-ブルー	-	-	-	成膜前の 基材に パレル
実施例2-14	SKD61	Hv800 (HRC約55)	透明 炭素膜	C99.5 以上	3800	-	1.0	0.10	干渉色	グレー-ブルー	チタン カラー	4.0	チタン カラー	成膜前の 基材に パレル
実施例2-15	SKD61	Hv800 (HRC約55)	透明 炭素膜	C99.5 以上	3200	-	0.6	0.11	干渉色	UMBカラー	チタン (チタン)	0.6 (0.6)	UMBカラー	深さ7μm 幅150μmの 傷が金型に有り
実施例2-18	SKD61	Hv800 (HRC約55)	透明 炭素膜	C99.5 以上	3200	-	0.6	0.11	干渉色	UMBカラー	チタン (チタン)	0.6 (0.6)	UMBカラー	深さ7μm 幅150μmの 傷が金型に有り

表2(c)に続く

実施例2-17	SKD61	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素鋼	C99.5 以上	4200	—	1.0	0.18	干渉色	ハ-77-741 ハ-741	—	—	—	—
実施例2-18	SKD61	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素鋼	C99.5 以上	4200	—	1.0	0.40	干渉色	ハ-77-741 ハ-741	—	—	—	—
実施例2-19	SKD61	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素鋼	C99.5 以上	2800	—	0.6	0.11	黒色	UMBハ+	炭化 クロム	0.9	UMBハ+	—
実施例2-20	SKD61	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素鋼	C99.5 以上	4200	—	0.8	0.11	干渉色	UMBハ+	炭化 クロム	0.9	UMBハ+	—
実施例2-21	SKD61	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素鋼	C99.5 以上	4500	—	1.0	0.12	干渉色	ハ-77-741 ハ-741	ツツ	0.3	UMBハ+	—
実施例2-22	SKD61	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素鋼	C99.5 以上	4500	—	1.0	0.13	干渉色	ハ-77-741 ハ-741	ツツ	0.6	UMBハ+	—
実施例2-23	SKD61	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素鋼	C99.5 以上	4500	—	1.0	0.13	干渉色	ハ-77-741 ハ-741	窒化 チタン	0.7	ハ-77-741 ハ-741	—
実施例2-24	SKD61	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素鋼	C99.5 以上	4500	—	1.0	0.14	干渉色	ハ-77-741 ハ-741	炭化 クロム	0.8	ハ-77-741 ハ-741	—
実施例2-25	SKD61	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素鋼	C99.5 以上	4500	—	1.0	0.12	干渉色	ハ-77-741 ハ-741	クロム	2.0	ハ-77-741 ハ-741	—
実施例2-26	SKD61	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素鋼	C99.5 以上	3600	—	1.0	0.11	干渉色	ハ-77-741 ハ-741	ツツ	4.0	ツツ1072H ₂	—
実施例2-27	SKD61	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素鋼	C99.5 以上	3600	—	1.0	0.11	干渉色	ハ-77-741 ハ-741	炭化 ツツ	8.0	ハ-77-741 ハ-741	—
実施例2-28	SKD61	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素鋼	C99.5 以上	3600	—	1.0	0.11	干渉色	ハ-77-741 ハ-741	クロム	20.0	ハ-77-741 ハ-741	—
実施例2-29	SKD61	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素鋼	C99.5 以上	4200	—	1.0	0.080	干渉色	ハ-77-741 ハ-741	—	—	成膜後に パレル	—
実施例2-30	SKD61	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素鋼	C99.5 以上	4200	—	1.0	0.010	干渉色	ハ-77-741 ハ-741	クロム	2.0	ハ-77-741 ハ-741	成膜後に ツツ研磨

表 2 (d) に続く

実施例2-31	SKD81	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素膜	C99.5 以上	4200	—	1.0	0.008	干渉色	お-17-4(47) ブルーニング	—	—	成膜後に カーボン	—
実施例2-32	SKD81	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素膜	C99.5 以上	4500	—	1.0	0.12	干渉色	UMBメタ メタ	(0.3)	UMBメタ メタ	—	—
実施例2-33	SKD81	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素膜	C99.5 以上	4500	—	1.0	0.13	干渉色	お-17-4(47) ブルーニング	お-17-4(47) (お-17-4(47) +SKD81)	4.0 (0.8)	UMBメタ メタ	—
実施例2-34	SKD81	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素膜	C99.5 以上	4500	—	1.0	0.13	干渉色	お-17-4(47) ブルーニング	チタン (お-17-4(47) +SKD81)	3.0 (2.0)	お-17-4(47) ブルーニング	—
実施例2-35	SKD81	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素膜	C99.5 以上	4500	—	1.0	0.14	干渉色	お-17-4(47) ブルーニング	(お-17-4(47) +SKD81)	(3.0)	お-17-4(47) ブルーニング	—
実施例2-36	SKD81	Hv600 (HRC約55)	透明 炭素膜	C99.5 以上	4500	—	1.0	0.12	干渉色	お-17-4(47) ブルーニング	お-17-4(47) (お-17-4(47) +SKD81)	4.0 (8.0)	お-17-4(47) ブルーニング	—

(12)

特開2003-88939

11

【0089】

【表3(a)】

10

20

30

40

マグネシウム合金の成形					アルミニウム合金の成形			
	用 途	性 能				性 能		
		比較例2-1の 寿命を1とし た場合の寿命	良品率	備 考		比較例2-1の 寿命を1とし た場合の寿命	良品率	備 考
比較例2-1	チクソモールド	1	78.0		ダイカスト	1	79.0	
比較例2-2	チクソモールド	1.3	82.0		ダイカスト	1.2	81.0	
比較例2-3	チクソモールド	3.5	95.0		ダイカスト	2.8	96.0	
比較例2-4	チクソモールド	3	96.5		ダイカスト	3.1	96.5	
比較例2-5	チクソモールド	4.5	99.5		ダイカスト	3.3	98.0	
実施例2-1	チクソモールド	19	99.5		ダイカスト	15	99.0	
実施例2-2	チクソモールド	25	99.0		ダイカスト	18	99.5	
実施例2-3	チクソモールド	25	99.0		ダイカスト	18	99.5	
比較例2-6	チクソモールド	2.1	81.0		ダイカスト	2.1	85.0	
実施例2-4	チクソモールド	9	97.0		ダイカスト	12	97.0	
実施例2-5	チクソモールド	18	99.0		ダイカスト	18	98.5	
実施例2-6	チクソモールド	19	97.5		ダイカスト	20	98.0	
実施例2-7	チクソモールド	24	98.0		ダイカスト	22	99.0	
実施例2-8	チクソモールド	13	94.0		ダイカスト	11	93.0	
比較例2-7	チクソモールド	0.8	76.0		ダイカスト	0.2	81.0	
実施例2-9	チクソモールド	7.5	94.5		ダイカスト	6	94.5	
比較例2-8	チクソモールド	2.5	78.0		ダイカスト	2.3	83.0	
実施例2-10	チクソモールド	20	98.0		ダイカスト	25	98.0	
比較例2-9	チクソモールド	0.6	81.0		ダイカスト	0.6	79.0	

表3 (b) に続く

【0090】

【表3 (b)】

実施例2-11	チクソモ-ルフ	12	96.5		ダイカスト	11	96.5	
比較例2-10	チクソモ-ルフ	1.1	82.0		ダイカスト	1.2	85.0	
実施例2-12	チクソモ-ルフ	15	97.0		ダイカスト	12	97.0	
実施例2-13	チクソモ-ルフ	24	99.5		ダイカスト	22	98.0	
実施例2-14	チクソモ-ルフ	26	99.5		ダイカスト	25	99.5	
実施例2-15	チクソモ-ルフ	16	98.5		ダイカスト	13	96.5	
実施例2-16	チクソモ-ルフ	9	93.0	傷部に 固着	ダイカスト	7	94.0	傷部に 固着
実施例2-17	チクソモ-ルフ	24	98.0		ダイカスト	22	99.0	
実施例2-18	チクソモ-ルフ	8	92.0		ダイカスト	8	91.0	
実施例2-19	チクソモ-ルフ	5.5	98.5		ダイカスト	3	98.0	
実施例2-20	チクソモ-ルフ	16	99.0		ダイカスト	15	98.0	
実施例2-21	チクソモ-ルフ	8.5	98.0		ダイカスト	7	99.0	
実施例2-22	チクソモ-ルフ	11	99.0		ダイカスト	11	99.5	
実施例2-23	チクソモ-ルフ	18	99.0		ダイカスト	19	99.0	
実施例2-24	チクソモ-ルフ	23	98.5		ダイカスト	20	99.0	
実施例2-25	チクソモ-ルフ	27	99.0		ダイカスト	27	99.0	
実施例2-26	チクソモ-ルフ	27	99.5		ダイカスト	22	99.5	
実施例2-27	チクソモ-ルフ	9	98.5		ダイカスト	8	97.5	
実施例2-28	チクソモ-ルフ	7	97.0		ダイカスト	6.3	97.0	
実施例2-29	チクソモ-ルフ	22	98.0		ダイカスト	23	98.0	
実施例2-30	チクソモ-ルフ	27	99.5		ダイカスト	25	99.0	
実施例2-31	チクソモ-ルフ	27	99.0		ダイカスト	25	99.5	
実施例2-32	チクソモ-ルフ	13	98.5		チクソモ-ルフ	15	99.0	
実施例2-33	チクソモ-ルフ	19	97.5		チクソモ-ルフ	22	99.0	
実施例2-34	チクソモ-ルフ	21	99.0		チクソモ-ルフ	23	97.5	
実施例2-35	チクソモ-ルフ	20	99.0		チクソモ-ルフ	23	98.0	
実施例2-36	チクソモ-ルフ	19	99.0		チクソモ-ルフ	17	98.0	

【0091】

【表4】

	基 材		コ ー テ ィ ン グ							中 間 層 (混 合 層)		
	材 質 メッキ	硬 さ	種 類	組 成 (at%)	硬 度 Hv	膜 厚 (μ m)	表面粗さ Ra(μ m)	色 調	製 法	材 質	膜 厚 (nm)	製 法
比較例 3 - 1	SKD61	Hv800 (HRC約55)		—	—	—	0.10	—	—	—	—	—
実施例 3 - 1	SKD61	Hv600 (HRC約55)	非晶質 炭素膜	C99.5 以上	4200	1.0	0.11	干渉色	カーボンナノ チューブ	C r (Cr+SKD61)	4.0 (2.5)	カーボンナノ チューブ
比較例 3 - 2	SKD61	Hv600 (HRC約55)		—	—	—	0.10	—	—	—	—	—
実施例 3 - 2	SKD61	Hv600 (HRC約55)	非晶質 炭素膜	C99.5 以上	4200	1.0	0.11	干渉色	カーボンナノ チューブ	WC	2.0	カーボンナノ チューブ

10

30

20

10

(15)

[0092]

[表5]

28

特開2003-88939

マグネシウム合金の成形					アルミニウム合金の成形				
用 途		性 能			用 途		性 能		
		比較例3-1の 寿命を1とした 場合の寿命	良品率	備 考			比較例3-1の 寿命を1とした 場合の寿命	良品率	備 考
比較例3-1	ダイカスト	1	72.0		溶湯鍛造	1	68.0		
実施例3-1	ダイカスト	15	99.5		溶湯鍛造	5	99.0		
比較例3-2	溶湯鍛造	1	55.0		低圧金型鍛造	1	68.0		
実施例3-2	溶湯鍛造	4	98.0		低圧金型鍛造	12	97.0		

【0093】

【発明の効果】以上述べたように、この発明では、金型を始めとした成形機用部材の表面に、水素を含まず、グラファイト成分の含有も規制された透明炭素膜を設けたので、成形対象合金（マグネシウム合金又はアルミニウム合金）の固着、合金の接触による部材表面の損傷等が長期にわたって防止され、合金のスムーズな流動による成形の安定化、成形の歩留まり向上の効果が得られる。

【0094】なお、母材の表面に硬質のメッキ層や溶射層を設けるものは、表面硬度を高めて部材の耐久性をより向上させることができ、また、母材と透明炭素膜との間に中間層を設けたものは、透明炭素膜の付着性を良くしてその膜の特性を安定して持続させることができる。

【0095】また、母材や透明炭素膜の表面の平滑化処

理を行ったものは、合金の固着防止の効果がより一層向上する。

【0096】このほか、透明炭素膜が干渉色を呈するものは、その膜の色の变化によって膜の性状変化等を目視把握できるメリットもある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の部断の要部を拡大して示す断面図

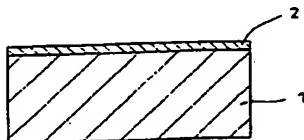
【図2】メッキ層又は溶射層を設けた例を示す断面図

【図3】中間層を設けた例を示す断面図

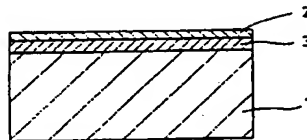
【符号の説明】

- 1 母材
- 2 透明炭素膜
- 3 メッキ層又は溶射層
- 4 中間層

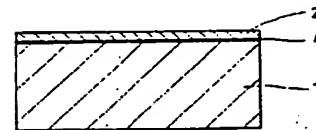
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F 1

サーチコード (参考)

B 2 2 D 17/22

B 2 2 D 17/22

Q

C 2 3 C 4/06

C 2 3 C 4/06

4/10

4/10

14/06

14/06

F

(72) 発明者 大久保 総一郎

伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 内海 慶春

伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

F クラス (参考) 4E092 AA03 AA05 AA09 BA06 BA13

DA05 EA10 FA01 FA10 GA10

4E093 NA01 NA02 NB08 NB09 NB10

4K029 AA02 BA34 BB02 BB03 CA01

CA03 CA05 DB20

4K031 AA03 AB08 CB22 CB23 CB31

CB37 CB39 CB45 CB46 FA05

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)